

# Neonatalis plexus brachialis lézió kezelésében nyert tapasztalataink

SZEREDAI MÁRTA, CSEH ÁGNES, DR. BERÉNYI MARIANNE  
Szent Margit Kórház, Fejlődésneurológiai Osztály, Budapest

**A szülési felkarbénulás esetében a sérülés elszenvedését követő 7–10 napon belül megkezdett korai, intenzív kezelés (beleértve az idegpont felőli elektrostimulációt) az esetek közel felében teljes gyógyuláshoz, de még a legsúlyosabb (gyöki lézió) esetekben is működőképessé, a testsémába beépült felső végtagi funkcióhoz vezet.**



A neonatalis plexus brachialis bénulás előfordulási gyakorisága 1,5/1000 élve születésre vetítve. A nemzetközi irodalomban azonban szélesebb határokkal is (0,5–3/1000) találkozhatunk.<sup>1,2,3</sup> A teljes gyógyulás sem ritka, előfordulása 7 és 97% között mozog, azonban az egész életre kiható súlyos károsodás, mozgáskorlátozottság átlagosan 15%–25% közötti.<sup>4,5,6</sup> Mit lehet tenni az ellen, hogy ne alakuljanak ki korlátozott vállfunkciók, kontraktúrák, manipulációs deficittek, vagy a testséma sérülése? Kivédhető-e, hogy megjelenjen hosszkülönbség a két kar között, valamint ízületi deformitás, csontmineralizációs probléma vagy később negatívabb énkép?<sup>5,7,8,9</sup>

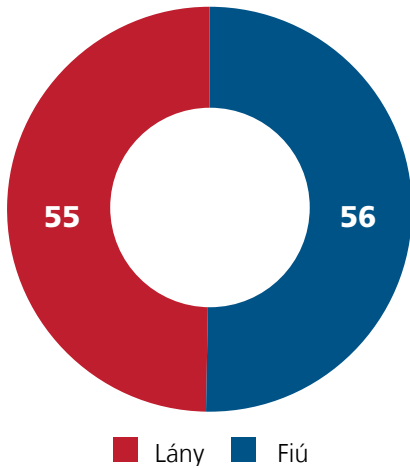
A Fejlődésneurológiai Osztály és Szakrendelés (Szt. Margit Kórház) több mint 40 éves tapasztalata alapján elmondható, hogy korai komplex terápiát indítva igen jó funkcionális eredmény érhető el a szülők aktív együttműködésével.<sup>10,11,12,13</sup>

## VIZSGÁLATI MÓDSZER

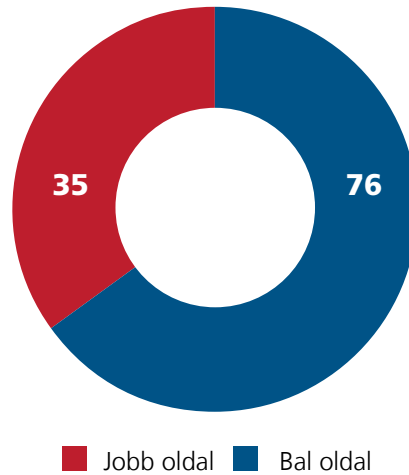
Az itt bemutatott retrospektív vizsgálat 2007 novembere és 2017 novembere között a Fejlődésneurológiai Osztályunkra felvett és kivizsgált, majd ambulánsan

kezelt és átlagosan 1,5–2 éves korban lezárt betegek adatait dolgozta fel, összehasonlítva az eredményeket az osztály munkatársai által 1993-ban publikált adatokkal.<sup>11</sup> A jelen vizsgálat tárgyát képező 10 év alatt az osztályra felvett és kivizsgált 3969 újszülött és fiatal csecsemő közül 111 érkezett a plexus brachialis lézió tüneteivel (50 budapesti, 60 vidéki és 1 külföldi) – a jelen vizsgálatban az ő adataikat és kezelési eredményeiket dolgoztuk fel, különös tekintettel a korai elektroterápia eredményességére.\*

\*A vizsgált periódusban a következő gyógytornász kollégák dolgoztak/dolgoznak a szerzőkön kívül a Fejlődésneurológiai Osztályon (alfabetikus sorrend): Bajusz Szilvia, Bodnár Andrea, Csepeli Bernadett, Fülöp Petra, Gurbi Judit, Gyopár Dóra, Istvánffy Lea, Kara Enikő, Lőke Katalin, Papcsik Györgyi, Szalai Mária, Thomann Dóra, Tóth Réka, Tóth Zsuzsa.



**1. ÁBRA** A fiúk és lányok érintettségi megoszlása közel azonos



**2. ÁBRA** A plexus brachialis lézió oldaliséga a vizsgált populációban

A betegek nem szerinti megoszlása – 55 lány és 56 fiú (1. ábra) – az irodalmi adatokkal összhangban azt jelzi, hogy az érintettség nem mutat nemi preferenciát. Az irodalmi adatokkal megegyezően<sup>6,14</sup> – amelyek jobb oldali gyakoriságot említenek –, a vizsgált betegpopuláció 76 esetben jobb oldali, 35 esetben pedig bal oldali érintettséget mutatott (2. ábra).

A felkarbénulás súlyosságának megállapítására felhasznált Narakas-féle (3. ábra) osztályozás szerinti eloszlás a következő volt: 1. típus Erb–Duchenne: 37 eset, 2. típus kiterjesztett Erb–Duchenne: 32 eset, 3. típusú teljes bénulás: 36 eset, 4. típusú teljes bénulás Horner-tünettel pedig 4 eset. Önálló Klumpke–Dejerine-féle sérülés a beteganyagban csak 2 esetben fordult elő, ez a Narakas-féle besorolásban nem szerepel.<sup>9,15,16</sup>

A plexus brachialis lézió leggyakrabban az érett, nagy súlyú újszülöttek betegsége.<sup>3,5,6,17,18,19</sup> A vizsgált betegpopulációban 38. gesztációs hét előtt csupán 8-an, 38–40. hét közt 89-en, 41–42. héten pedig 14-en születettek (4. ábra). Születési súly alapján 16-an 3500 gramm alattiak, 31-en 3500 és 3999 gramm közöttiek, 46-an 4000 és 4500 gramm közöttiek, míg 18-an 4501 gramm feletti súlyúak voltak (5. ábra). A születési súly átlaga 4042 gramm volt. Szülésszám szerint 48 újszülött anyja primipara, 59-é multipara volt, míg 4 esetben nem áll rendelkezésre adat. A megszületés módját tekintve *per vias naturales*

(PVN), azaz hüvelyi úton született 109 fő, ebből 106-an fejevégű, 3-an medencevégű pozícióból. Vacuum extractort 19 esetben, míg fogót 1 esetben alkalmaztak, 2 gyermek sectio caesareával született. A plexus brachialis sérülése mellett 17 esetben társsérülésként azonos oldali clavícula fractura, valamint 4 esetben a musculus sternocleidomastoideus (SCOM) érintettsége is előfordult. Az irodalomban gyakran váll-dystociaként említett<sup>5,15,19,20</sup> vállalakadás 20 esetben fordult elő. Az elhúzódtó kitolás kapcsán megjelenő meconiumos magzatvíz 23 esetben volt jellemző.

Az 1 perces Apgar érték 49 esetben kevesebb volt, mint 7 (<7). Hatvanegy eset igényelt resuscitatio-t, közülük 10

újszülöttnél még az 5 perces Apgar is kevesebb volt, mint 6 (<6). Hypothermiás kezelésre súlyos asphyxia miatt 5 betegnél került sor.

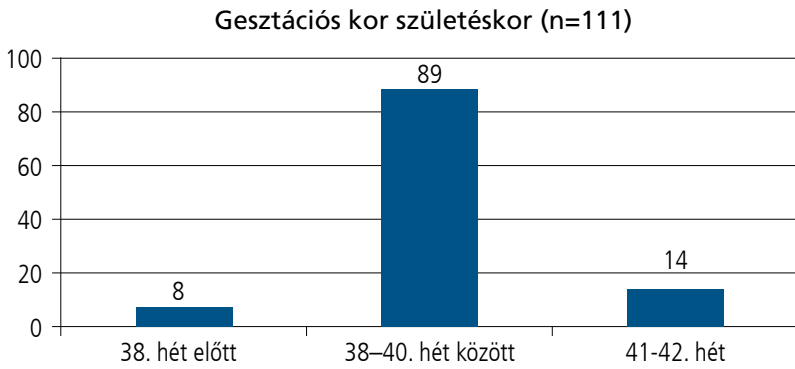
A perifériás lézió súlyosságának megállapítása mellett szükséges a centrális szabályozási zavar jelenlétének megállapítása, vagy kizárása. A jelen vizsgálatban 2 betegnél diagnosztizáltunk a perifériás sérülés mellett centrális szabályozási zavarnak megfelelő tüneteket. Ezekben az esetekben a komplex, időben megkezdett intenzív neuroterápiás kezelés teljes gyógyulást hozott mind a perifériás, mind a centrális érintettséget illetően. A 111 beteg közül 102 esetben indult kezelés, életkori megoszlásukat a 6. ábra részletezi.

A kivizsgálási protokoll része a sérülés súlyossági fokának megállapítása, az érintett felső végtag ízületi mozgásterjedelmének vizsgálata, az érintett izmok erejének meghatározása. A fizikális vizsgálat mellett elektrodiagnosztikai vizsgálat is történik a sérült idegek ingerküszöbének (rheobasis) meghatározására. Az elektroterápiához szükséges paraméterek az impulzusdiagnosztika elvégzése alapján állapíthatók meg. Fiziológiásnak a maximum 4 mA-s ingerküszöb tekinthető. Azokban az esetekben, ahol a diagnosztikus vizsgálat <4 mA-s értéket mutatott, nem indult elektroterápia a komplex kezelés részeként.

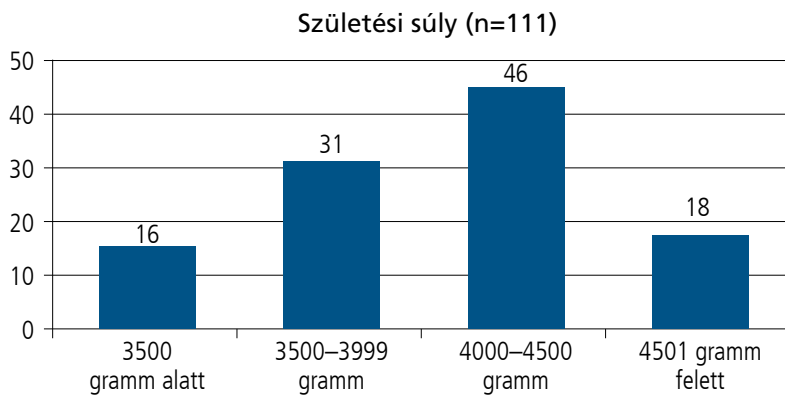
Az elektroterápia idegpont felől végzett unipoláris ingerlés, exponenciális felfutású hullámcsomagokkal, amelyeken belül az egyedi impulzusok frekvenciája 90–100 Hz, az egyedi négyszög impulzusok szélessége

**3. ÁBRA** A Narakas-féle osztályozás

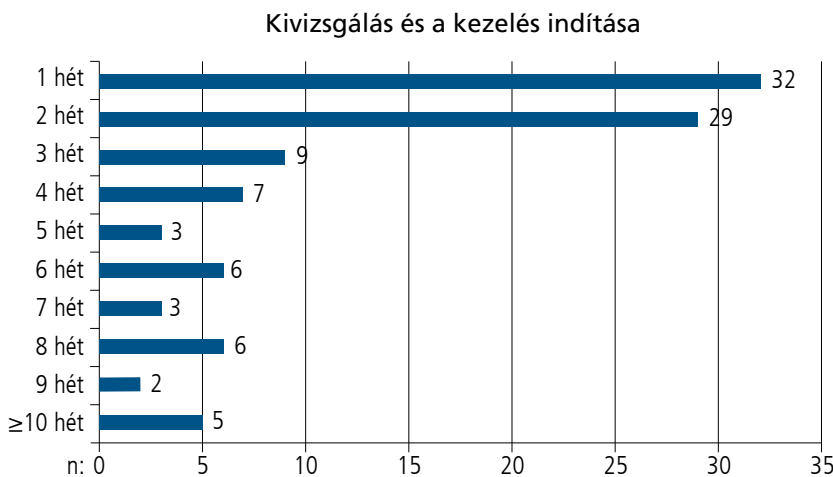
Típus	Elnevezés	Gyökök	Kulcstünetek	N=109
1.	Erb–Duchenne-bénulás	C5, C6	Váll- és könyökmozgások teljes hiánya, renyhébb csuklók dorzálflexióval, megfelelő ujjmozgásokkal	37
2.	Kiterjedt Erb–Duchenne-bénulás	C5, C6, C7	Vállmozgások teljes hiánya, renyhe könyök-extendióval, csukló-dorzálflexió nem észlelhető	32
3.	Teljes bénulás Horner-triász nélkül	C5, C6, C7, C8, T1	Váll-, könyök-, csuklómozgások teljes hiánya, néha minimális ujjmozgás	36
4.	Teljes bénulás Horner-triászal	C5, C6, C7, C8, T1	Váll, könyök-, csukló-, ujjmozgások teljes hiánya, + Horner-tünet, preganglionális T1-sérülés	4



4. ÁBRA A kezelt betegek érettség szerinti megoszlása



5. ÁBRA A születési súly szerinti megoszlás



6. ÁBRA A plexus brachialis léziós betegek életkora a kezelés megkezdésekor

minden esetben 2 msec. Az áramerősség 5–20 mA között változtatható, a felfutási idő legtöbbször 1 sec, a jelidő 3 sec, az impulzuscsomagok közti szünet 3 sec. Az ingerlési pontok ott helyezkednek el, ahol a perifériás idegek a legfelületesebben fut-

nak, azaz a fossa axillaris területén (n. musculocutaneus, n. radialis, n. medianus, n. ulnaris), a fossa cubiti területén (n. radialis, n. medianus, n. ulnaris) és az alkar alsó harmadán ventrálisan (n. medianus, n. ulnaris) és dorzálisan (n. radialis) (7. a + b ábra).



7. A+B ÁBRA A fossa cubitiben található ingerpont ingerlésekor aktiválható a csukló dorzálflexiója ujjextenzióval

### KORAI KOMPLEX KEZELÉS

A betegek komplex kezelése naponta alkalmazott korai funkcionális elektroterápiából,<sup>11–13,16,21–23</sup> a neuroterápiás elemek rendszeres gyakoroltatásából,<sup>10,11,12,13</sup> az ízületek átmozgatásából (klasszikus fizioterápia),<sup>11,22,24,25</sup> valamint alkalmanként korrekciós éjszakai sín felhelyezéséből, tape technika alkalmazásából áll. Amennyiben három hónapnyi intenzív kezelést sem követ detektálható változás, akkor felmerül a műtéti kivizsgálás és beavatkozás szükségessége.

A vizsgált 111 csecsemő közül 82 esetében indult elektroterápia, amely az osztályos tartózkodás alatt napi 2 alkalom, majd járóbeteg-ellátás keretében heti 3–5 alkalom elektroterápiát jelent. A kivizsgálással egybekötött osztályos tartózkodás alatt ez átlagosan 27 alkalom. A szükséges és elégséges kezelésszámot a perifériás sérülések súlyossága határozza meg, átlagosan 3 hónapnyi (kb. 63 alkalom) kezelés indokolt (a legrövidebb idő 2 hónap, a leghosszabb 24 hónap). A Seddon-féle 1., 2. és 3. fokozat jelzi az elektroterápia szükségességét, és előre jelezheti annak időtartamát is. Neuropraxia esetén általában nincs szükség elektroterápiára, axonotmesisnél hosszabb idejű a kezelés. A legsúlyosabb és a leghosszabb kezelési időt igénylő állapot a neurotmesis.

A 111 betegből 34-en az enyhén érintettek közé (1-es fokozat) tartoztak, közülük csak 6 csecsemő igényelt rövid

**8. ÁBRA** Seddon-féle súlyossági fok szerinti besorolás

Súlyosság	Elnevezés	N=111
1.	Neuropraxia	34
2.	Axonotmesis	66
3.	Neurotmesis	11

ideig tartó elektroterápiát. A 2-es fokozatba tartozó közepes súlyosságú 66 fő mindegyike részesült elektroterápiában az osztályos tartózkodás alatt, és 54 esetben kezelésük ambulánsan is folytatódott. A 3-as fokozatú, legsúlyosabb állapotú sérülés (neurotmesis) 11 esetben fordult elő (8. ábra) – ezekben az esetekben műtéti beavatkozás is történt. A műtétre 3 hónapnyi rendszeres elektroterápiát követően került sor, majd a beavatkozást követően folytatódott a komplex kezelés is, a 11 betegből 10 esetben 1–1,5–2 éves korig.

Az első kategóriába (neuropraxia) tartozó 34 beteg közül 29 esetben csak neuroterápiás elemek betanítása történt, amelyeket a szülők a kórházból való távozás után naponta 6 alkalommal végeztek. A havi rendszerességű ellenőrző vizsgálatok alkalmával az aktuális neurológiai állapotnak megfelelő változtatások, új terápiás elemek betanítása történt. Az önálló járás, a beszéd kialakulásakor végzett záróvizsgálat minden olyan betegnél megtörtént, aki folyamatosan részesült elektroterápiában és/vagy neuroterápiában, esetleg műtéti beavatkozáson esett át.

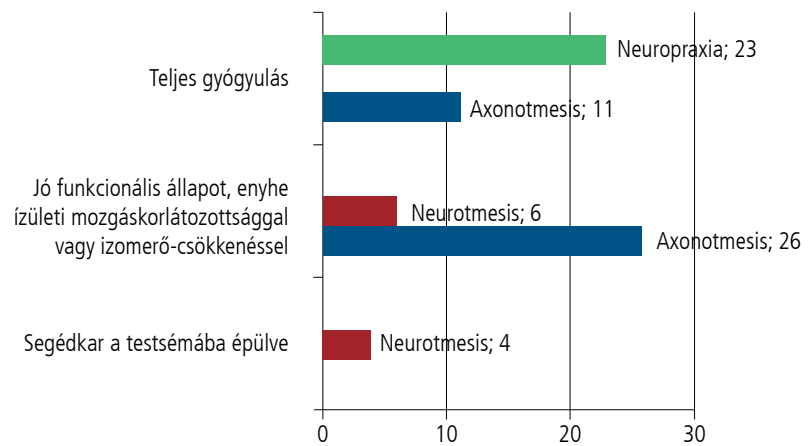
### EREDMÉNYEK

A 111 betegből az önálló járás kialakulásáig, azaz a záró vizsgálatig 70 beteget követtünk. A kezelt betegpopuláció közel fele (48,5%) teljesen meggyógyult, 46%-uk jelentősen, 5,5%-uk állapota pedig mérsékelten javult (9. ábra).

A 60 operált beteg funkcionális állapota az intenzív, korán kezdett komplex terápiának köszönhetően megfelelőnek mondható, ami az érintett felső végtag test-sémába épülését, manipulációs készségét és a hétköznapi életben leggyakrabban használt mozgásterjedelmet illeti. Közülük 34

betegnek minden ízületében teljes a mozgásterjedlem, és minden érintett izmában teljes az izomerő, míg 26 betegnél a vállízület mozgástartományának végén flexióban vagy abdukcióban 10–15 foknyi eltérés észlelhető. Alkalmanként a könyökben 5–10 foknyi rövidülés (flexiós contractura) észlelhető, ami azonban nem korlátozza a mindennapi tevékenységet. A 11 operált beteg közül az a 10, akit a záróvizsgálatig kezeltünk/követtünk egyértelmű javulást mutatott, (10. a+b ábra). Hat gyermek aktívan használja az érintett végtagját, kislányok izomerő- és mozgástartomány-eltérés mel-

lett, a másik 4 betegnél (a komplex kezelés hatására) a végtag segédkarként működik. Minden olyan esetben, amikor az osztály által biztosított kezelés nem vezetett teljes gyógyuláshoz, a betegeket az addig elért funkciók megtartása és esetleges további javítása érdekében tovább irányítottuk (területi gyógytornász, Gézengúz Alapítvány stb.). A követésből kiesett 41 beteg rendszeres kezelése és gondozása egy esetben az osztályos hazabocsátást követően vagy műtét után, máskor 1-2 héttől a 2-3 hónapig terjedő járóbeteg-ellátás után szülői compliance hiánya miatt szakadt meg.



**9. ÁBRA** A kezelés eredményessége a sérülés súlyosságának függvényében



**10. A+B ÁBRA** C<sub>5-6</sub> kiszakadás, C<sub>7</sub> vongálódás, valamint a musculus scalenus medius roncsolódó szakadása miatt kétszer is operált (Oberlin plastica), intenzív, komplex kezelésben részesített (elektroterápia 179 alkalommal!) kislány kezelésbevételekor és a záró vizsgálat kapcsán detektált felső végtag mozgásai

Megfigyelhető volt, hogy azok a plexus brachialis lézióval kezelt betegek, akik intenzív neuroterápiában részesültek, és nem volt centrális szabályozási zavaruk, azok gyorsabban érték el a mozgásfejlődés jellemző „mérőföldköveit”, mint egészséges kortársaik. A rendszeres forgás minden irányba ~5 hónapos, a ritmusos, szabályos mászás ~8 hónapos, míg az önálló, biztonságos járás ~12 hónapos korban volt megfigyelhető, felső végtagi érintettségük súlyosságának ellenére is.

Az 1978–1993 közt végzett, a Fejlődés-neurológiai Osztály munkatársai által publikált vizsgálatokkal<sup>11</sup> – amelyben 506 beteg szerepelt – összehasonlítva egyértelműen látszik, hogy a kórkép előfordulási gyakorisága 1/3-ára csökkent, ami a javuló szülészeti ellátásnak és a magzati ultrahang rutinszerű használatának köszönhető, de nem hagyható figyelmen kívül a születésszám jelentős csökkenése sem. Kiemelendő különbség a 90-es évek elejéhez képest, hogy azóta elérhetővé vált a műtéti ellátás (a Fejlődésneurológiai Osztály betegeit Dr. Pintér Sándor PhD, med. habil egyetemi tanár úr operálja Szegeden). Az operáción átesett és intenzív komplex terápiában részesült betegek számára így lehetőség nyílik arra, hogy érintett végtagjuk jó funkcióval, minimális korlátozottság és izomerő-csökkenés mellett működjön, vagy azt legalább segédkézként használhassák.<sup>7,11,26,27</sup>

## ÖSSZEFOGLALÁS

Hazánkban az utóbbi években a neonatalis plexus brachialis lézió előfordulási gyakorisága csökkent, de annak az újszülöttnak, aki elszenved a sérülést és nem részesül korai komplex terápiában, a gyógyulási esélyei változatlanul rosszak.

A késlekedés vagy az elégtelen kezelés mind az életminőségben, mind a későbbi, humánspecifikus felső végtagi működésben, mind a megfelelő testkép kialakulásában egész életére kiható következményekkel jár. A Szent Margit Kórház Fejlődésneurológiai Osztály beteganyagából készült retrospektív vizsgálat a 2007. november 15. és 2017. november 30. között kivizsgált újszülöttek és fiatal csecsemők adatait dolgozza fel. A sérülés elszenvedését követő 7–10 napos kortól indított intenzív, komplex kezelés közel 50%-ban teljes gyógyuláshoz, 45%-ban pedig jó

funkcionális készséghez vezet. A többi 5% (közülük mindegyik a legsúlyosabb károsodást szenvedte el) sérült felső végtagja is beépült a testsémába, segédkézként, segédkarként funkcionál. A korai komplex terápia rendszeres, napi gyakorisággal végzett neuroterápiás elemekből épül fel (amelyeket a szülők gondos betanítás után otthon végeznek). A szenzomotoros, mindkét felső végtagot aktiváló elemi mozgásminták rendszeres gyakorlásán kívül a már az osztályos kivizsgálás alatt megindított, idegpont felől végzett, rendszeres elektroterápia is szerves része a komplex kezelésnek. Nagyon fontos tisztázni, hogy önmagában a funkcionális ingeráram (izom felőli) kezelés vagy a TENS alkalmazása nem megfelelő eljárás.<sup>28</sup> A klaszszikus fizioterápia különböző lehetőségei (kimoztatás, nyújtás, korrigálás, tape) kiegészítő terápiaként alkalmazhatók. Kiszakadás, gyöki lézió, folyamatossághiány esetében az idegrekonstrukciós műtétet megelőzően és a beavatkozást követően is (pre- és posztoperatív) hosszú időn keresztül szükség van a komplex terápia végzésére annak érdekében, hogy a lehető legjobb karfunkciót lehessen elérni.

TUKÉB ENGEDÉLY SZÁM: 23425-2/2019/EKU

## Irodalom:

1. Fejes M, Koncz J, Szabó E, Székelyi Zs, Váradi K. Plexus brachialis laesiók epidemiológiai adatai 2004–2008 között. *Gyermekgyógyászat* 2011;62(2):65–70.
2. DeFrancesco CJ, Shah DK, Rogers BH, Shah AS. The Epidemiology of Brachial Plexus Birth Palsy in the United States: Declining Incidence and Evolving Risk Factors. *J Pediatr Orthop*. 2019 Feb;39(2):e134–e140.
3. Abzug JM, Mehlman CT, Ying J. Assessment of Current Epidemiology and Risk Factors Surrounding Brachial Plexus Birth Palsy. *J Hand Surg Am*. 2018 Sep 25. pii: S0363-5023(17)31908-1.
4. Bains R, Kattan A, Curtis CG, Stephens D, Borschel G, Clarke HM. Active Range of Motion Over Time in Patients With Obstetrical Brachial Plexus Palsy: A 10-Year Analysis. *J Hand Surg Am*. 2018 Apr;43(4):386.e1–386.e7.
5. Heise CO, Martins R, Siqueira M. Neonatal brachial plexus palsy: a permanent challenge. *Arq Neuropsiquiatr* 2015;73(9):803–808.
6. Evans-Jones G, Kay SP, Weindling AM, Cranny G, Ward A, Bradshaw A, et al. Congenital brachial palsy: incidence, causes, and outcome in the United Kingdom and Republic of Ireland. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2003;88:f185–189.
7. Dr. Pintér Sándor. Plexus brachialis sérülés utáni vállövi mozgászavarok és ellátásuk. *Fizioterápia* 2014;23(4):3–6.
8. Bertelli JA, Ghizoni MF, Soldado F. Patterns of Brachial Plexus Stretch Palsy in a Prospective Series of 565 Surgically Treated Patients. *J Hand Surg Am*. 2017 Jun;42(6):443–446.e2.

9. Srtömbeck C, Remahl S, Krumlínde-Sundholm L, Sejersen T. Long-term follow-up of children with obstetric brachial plexus palsy I: functional aspects. *Developm Child Neur*. 2007;49:198–203.
10. Vargay É, Juhász J. Neurohabilitációs training szerepe szülés plexus cervicobrachialis sérülés eseteiben. *Pediáter*. 1994;3(1):46–48.
11. Salman IA, Fehér A, Katona F. Hogyan befolyásolja az új, korai komplex kezelés a plexus brachialis sérülés rehabilitációját? *Rehabilitáció*. 1993;3:118–122.
12. Berényi M., Katona F. *Fejlődésneurológia*. Medicina, Bp. 2012;416–423.
13. Berényi M. A fejlődésneurológia módszere, a neuroterápia – II. rész. *Gyermekgyógyászati Továbbképző Szemle* 2016;21(2):94–97.
14. Abazi N, Murtezan A, Ibraimi Z, et al. Epidemiology of brachial plexus palsy in newborns. *Pediatrics Today*. 2014;10(2):129–134.
15. Sentilhes L, Sénat MV, Boulogne AI, Deneux-Tharoux C, Fuchs F, Legendre G, Le Ray C, Lopez E, Schmitz T, Lejeune-Saada V. Shoulder dystocia: guidelines for clinical practice from the French College of Gynecologists and Obstetricians (CNGOF). *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2016 Aug;203:156–161.
16. Elnaggar RK. Shoulder Function and Bone Mineralization in Children with Obstetric Brachial Plexus Injury After Neuromuscular Electrical Stimulation During Weight-Bearing Exercises. *Am J Phys Med Rehabil*. 2016 Apr;95(4):239–247.
17. Gilbert WM, Nesbitt TS, Danielsen B. Associated factors in 1611 cases of brachial plexus injury. *Obstet Gynecol*. 1999;93(4):536–540.
18. Wolf H, Hoeksma AF, Oei SL, Bleker OP. Obstetric brachial plexus injury: risk factors related to recovery. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2000;88(2):133–138.
19. Mollberg M, Hagberg H, Bager B, Lilja H, Ladfors L. High birthweight and shoulder dystocia: the strongest risk factors for obstetrical brachial plexus palsy in a Swedish population-based study. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2005;84(7):654–659.
20. Mohammed M. Al-Qattan. Obstetric brachial plexus injuries. *Am. Soc. for Surg. of the hand* 2003.
21. Zaami S, Busardò FP, Signore F, Felici N, Briganti V, et al. Obstetric brachial plexus palsy: a population-based retrospective case-control study and medicolegal considerations. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2018;31(11):1412–1417.
22. Okafor UA, Akinbo SR, Sokunbi OG, Okanlawon AO, Noronha CC. Comparison of electrical stimulation and conventional physiotherapy in functional rehabilitation in Erb's palsy. *Nig Q J Hosp Med*. 2008;18(4):202–205.
23. Rák-Bodnár A, Berényi M. Új ingerpont alkalmazása a szülési felkar bénulás elektroterápiás kezelésében *Fizioterápia*. 2014;4:12–15.
24. *Physical Therapist's Guide to Infant Brachial Plexus Injury (Erb's Palsy, Klumpke's Palsy) APTA irányelv*
25. *Understanding plexus brachialis palsy Department of physiotherapy, occupational therapy and plastic surgery Royal Children's Hospital Melbourne* 2004
26. Grossman JAI, Alfonso I. Surgical Management of Brachial Plexus Injuries Seminars in Pediatric Neurology. 2000;7(1):1–64.
27. Davidge KM, Clarke HM, Borschel GH. Nerve Transfers in Birth Related Brachial Plexus Injuries: Where Do We Stand? *Hand Clin*. 2016;32(2):175–190.
28. Egészségügyi Szakmai Irányelv a fejlődésneurológiáról és neuroterápiáról <https://kollegium.aeek.hu/iranyelvek/Index>.